

Новолодская Е.Г. Методика проведения экологического мониторинга лесного фитоценоза // Биология в школе. – 2020. - № 5. – С. 42-53
http://www.schoolpress.ru/products/rubria/index.php?ID=86848&SECTION_ID=20

Аннотация: Статья посвящена актуальной проблеме экологического образования и воспитания экологической культуры подрастающего поколения. В ней представлена методика организации и проведения экологического мониторинга лесного фитоценоза, предлагается система заданий в инструкционных картах для наблюдений, оценки и прогнозирования развития растительного сообщества в условиях антропогенного воздействия.

Ключевые слова: биоиндикация, исследовательская деятельность, лесной фитоценоз, наблюдение, растительное сообщество, экологическая культура, экологический мониторинг.

Methods of ecological monitoring of forest phytocenosis

Novolodskaya E.G.

candidate of pedagogical Sciences, associate Professor

associate Professor of pedagogy and psychology

Biysk, The Shukshin Altai State Humanities Pedagogical University

E-mail: novolEG2508@yandex.ru

Abstract: The article is devoted to the actual problem of ecological education and upbringing of ecological culture of the younger generation. It presents a methodology for organizing and conducting environmental monitoring of forest phytocenosis, offers a system of tasks in the instruction maps for observations, assessment and forecasting of the development of plant communities in conditions of anthropogenic impact.

Key words: bioindication, research activity, forest phytocenosis, observation, plant community, ecological culture, ecological monitoring.

Проблема сохранения и созидания экологически безопасной окружающей среды, формирования и развития экологической культуры и экологического сознания у подрастающего поколения является актуальной на протяжении многих

десятилетий. Быть творцом окружающей действительности, созидателем жизни и эволюции, знать законы развития природы, грамотно использовать и приумножать природные ресурсы, сохраняя экологическое равновесие планеты, – таково требование современных реалий к человеку.

Аналогичные требования отражены в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС). Так, в ФГОС основного общего образования указано, что личностные результаты освоения образовательной программы должны отражать: «формирование основ экологической культуры, соответствующей современному уровню экологического мышления, развитие опыта экологически ориентированной рефлексивно-оценочной и практической деятельности в жизненных ситуациях». Одной из характеристик «портрета выпускника основной школы» является: «осознанно выполняющий правила здорового и экологически целесообразного образа жизни, безопасного для человека и окружающей его среды» [3].

Эффективным способом выполнения указанных требований является вовлечение учащихся в исследовательскую деятельность в рамках организации и проведения экологического мониторинга окружающей среды. Экологический мониторинг представляет собой комплексную систему наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов. В процессе организации мониторинговых исследований ученики получают знания о методах экологической оценки состояния окружающей природной среды, прогнозирования ее дальнейшего развития, совершенствуют навыки проведения и фиксирования результатов наблюдений, составления плана местности, используют мыслительные операции анализа и синтеза, классификации и обобщения.

Нами накоплен достаточно большой методический опыт организации исследовательской деятельности младших школьников и учащихся средних классов в рамках экологического мониторинга окружающей среды: проведения наблюдений за ростом и развитием зеленых насаждений пришкольной территории, лишеноиндикации и оценки степени повреждения деревьев и

кустарников насекомыми-вредителями, составления «экологического паспорта дерева» и «экологического паспорта зеленых насаждений» и пр.[1, 2]

В данной статье мы предлагаем методику проведения экологического мониторинга лесного фитоценоза. Мониторинг лесного фитоценоза – составная часть мониторинга биологических объектов (биоты). Система заданий предполагает организацию многолетних наблюдений за лесным сообществом. Нами был проведен мониторинг лесного фитоценоза лесопарковой зоны района АБ г. Бийска и течение 10 лет. Изучая со студентами вуза дисциплину «Школьный практикум: эколого-географический мониторинг» (профили подготовки «География», «География и Биология»), мы заложили два ключевых участка 20х30 м в районе лесопарковой зоны: участок № 1 (контрольный) – без наложения антропогенного воздействия и участок № 2 (опытный) – со следами выжигания сухой травы и поврежденными огнем стволами деревьев. Внутри каждого участка были заложены: одна площадка 10х10 м для подсчета подроста и 5 площадок по 1 м² для оценки травяного и кустарничкового покровов.

Основными задачами проведения экологического мониторинга лесного фитоценоза были следующие:

- дать характеристику ярусов леса: определить видовой состав и жизненность растений;
- провести лихенодиагностику территории и оценку повреждений древесной и кустарниковой растительности насекомыми-вредителями;
- провести лесопатологическую оценку лесного фитоценоза: категории состояния древесной растительности, наличие и состояние подроста, стадия лесной дигрессии;
- проанализировать особенности возобновляемости растительного сообщества.

В методическом плане данные задания интересны тем, что студенты, включаясь в исследовательскую работу, опробовали наиболее доступные методики проведения экологического мониторинга, оценили возможность их использования в работе с учащимися в рамках организации внеурочной

деятельности по географии, биологии и экологии (кружок, факультатив, экологическая тропа, исследовательский проект и пр.).

Задания представлены в инструкционных картах, при составлении некоторых из них использовались пособия под редакцией Т.Я. Ашихминой [4, 5].

Инструкционная карта № 1. Характеристика ключевого участка

1. Составьте план ключевого участка, обозначив геометрическими значками породы деревьев и кустарников.

2. Дайте общую характеристику участка:

- географическое расположение;
- рельеф местности (макро- и мезорельеф);
- тип почвы (подзолистая, серая лесная и т.п.);
- состав опада и его равномерность;
- влияние человека и животных.

3. Определите наличие на ключевом участке и укажите вид растений:

- общее количество видов;
- охраняемые;
- эндемики;
- реликты;
- растения-индикаторы.

4. Определите тип леса (первичный, вторичный, посадки).

5. Укажите наличие санитарных рубок.

6. Сформулируйте рекомендации по проведению природоохранных мероприятий.

Инструкционная карта № 2. Характеристика ярусов леса

1. Подсчитайте количество деревьев на ключевом участке, определите их примерный возраст по количеству междоузлий на стволе.

2. Вычислите примерную высоту деревьев. Поработайте в паре. Один ученик встает у ствола под дерево. Другой ученик отходит от дерева на некоторое расстояние и устанавливает линейку на уровне глаз так, чтобы силуэт человека полностью совместился с размерами линейки. Затем нужно определить, сколько раз линейка уложится по высоте дерева до самой макушки. Вычислите высоту дерева по формуле: *рост ученика (стоящего у дерева) • количество измерений ствола линейкой*.

3. Составьте формулу древостоя для данного участка. Буквами обозначаются породы деревьев, например: С – сосна, Е – ель, Б – береза, Т – тополь, Ос – осина и т.п. Рядом с буквами указывается индекс – относительная численность деревьев на единице площади, например: С6, Б3, Т4. Если в древостое отчетливо выражены ярусы, то запись может быть такой: 1 яр.: С12; 2 яр.: Ос7, Б3.

4. Определите жизненность растений. Она охватывает реакции видов растений на среду обитания в растительном сообществе:

баллы	уровень	характеристика жизненности растений
1	хорошая (полная)	растение нормально цветет и плодоносит, есть особи всех возрастных групп, взрослые особи достигают нормальных для данного возраста размеров
2	удовлетворительная (угнетено)	растение угнетено, что выражается в меньших размерах взрослых особей, семенное размножение при этом невозможно
3	неудовлетворительная (сильно угнетено)	растение угнетено так сильно, что наблюдается резкое отклонение в морфологическом облике взрослых растений (ветвление, форма листьев и пр.), семенное размножение отсутствует, нет цветущих и плодоносящих побегов

5. Заполните обобщающую таблицу по характеристике древостоя:

№ п/п	название вида	количество на участке	высота (средняя)	возраст (средний)	жизненность
-------	---------------	-----------------------	------------------	-------------------	-------------

6. Подсчитайте количество кустарников на ключевом участке, определите их вид, вычислите среднюю высоту, охарактеризуйте жизненность растений. Заполните сводную таблицу, сделайте выводы:

№ п/п	название вида	количество на участке	высота (средняя)	жизненность
-------	---------------	-----------------------	------------------	-------------

7. Охарактеризуйте сомкнутость крон на участке (в %):

- общая сомкнутость крон;
- сомкнутость крон первого яруса;

- сомкнутость крон второго яруса.

8. Определите видовой состав травяно-кустарничкового яруса. Определите фенофазу растений: облиствение, цветение (пыление), плодоношение и пр.

9. Оцените обилие травянистых растений. Так как прямой подсчет особей невозможен и малоэффективен, то используйте глазомерное наблюдение:

- 1 балл – на площадке отмечен только один экземпляр данного вида;
- 2 балла – экземпляры вида очень редки и неравномерно распространены на площадке;
- 3 балла – экземпляры вида рассеянно встречаются на всей площадке;
- 4 балла – встречаются обильно;
- 5 баллов – особи данного вида преобладают, часто смыкаясь своими надземными частями, образуя заросль (фон в сообществе).

10. Выразите общее покрытие травяным покровом ключевого участка в %.

11. Заполните сводную таблицу, сделайте выводы:

№ п/п	название вида	обилие	фенофаза	жизненность
-------	---------------	--------	----------	-------------

12. Выразите степень покрытия почвы мхом в %. Определите видовой состав, оцените характер распределения мха (равномерное, мозаичное, редкое).

13. Выявите наличие напочвенных лишайников, определите их вид, оцените обилие.

14. Заполните сводную таблицу, сделайте выводы:

№ п/п	мхи			лишайники	
	название вида	степень покрытия почвы	характер распределения	название вида	обилие

Инструкционная карта № 3. Прирост дерева

1. Выберите породы деревьев для проведения исследования.

2. Для определения прироста выберите ветку (побег) на каждом дереве выбранных пород и выполните замеры междоузлий за последние пять лет.

3. Заполните сводную таблицу, каждый год дополняйте ее полученными данными:

порода дерева	год прироста	длина прироста	средний показатель
---------------	--------------	----------------	--------------------

4. Для вычисления среднего показателя сложите размеры междоузлий одного года у всех исследованных деревьев одного вида и разделите на количество деревьев.

5. Выявите динамику изменений прироста: увеличивается, уменьшается или остается неизменным. Постройте кривые изменений. Как вы думаете, с какими условиями окружающей среды это может быть связано?

Инструкционная карта № 4. Характеристика растительного сообщества

1. Определите тип растительного сообщества по доминантным видам основных ярусов. Например, в первом ярусе преобладает ель, во втором – кислица, тогда ассоциация называется: ельник – кисличник. При большем количестве ярусов и наличии нескольких доминантных видов растений производится следующая запись: сосна – береза + осина – орляк (знак «–» ставится между ярусами).

2. Произведите подсчет количества видов травянистых и кустарничковых растений на ключевых участках, отметьте общие виды для всех участков. Вычислите встречаемость видов в %.

3. Заполните сводную таблицу, сделайте выводы:

№ п/п	вид	номера участков			всего	%
		1	2	...		
1	подорожник	+	-	-		
2	...					
число видов на площадке						
число общих видов						

4. Сравните видовой состав растений опытного и контрольного ключевых участков, используя формулу Жаккара: $K = (C \cdot 100 \%) \div (A + B - C)$

A – число видов на контрольном участке

B – число видов на опытном участке

C – число видов, общих для обоих участков

K – коэффициент общности, выражается в %, чем он выше, тем выше видовое сходство двух сравниваемых участков

5. Проанализируйте полученные результаты и заполните таблицу:

число видов на контрольном участке	число видов на опытном участке	число общих видов	коэффициент общности	причины различий видового состава	перспективы сукцессии	рекомендуемые меры по охране
------------------------------------	--------------------------------	-------------------	----------------------	-----------------------------------	-----------------------	------------------------------

Сукцессия – смена биоценозов во времени.

Инструкционная карта № 4. Лихеноиндикация

1. Определите наличие лишайников на деревьях и каждый год проводите наблюдения:

- накипные – зеленая «корочка», плотно примыкающая к стволу;
- листоватые – имеют вид чешуек или пластинок;
- кустистые – состоят из «ветвей» или более толстых, чаще ветвящихся «стволиков».

2. Используя определитель лишайников, установите, какие именно виды представлены на ключевом участке.

3. Определите примерную площадь покрытия стволов лишайниками. Вам понадобится квадрат-сетка (разлинованный на квадраты кусок полиэтилена 20х20 см). Наложите квадрат-сетку на места прикрепления лишайников к стволам и вычислите примерную площадь в см².

4. Определите частоту встречаемости каждого типа лишайников на участке в % и степень покрытия деревьев каждым видом в %, используя данные таблицы:

частота встречаемости (%)	степень покрытия (%)	процентное соотношение	балл оценки
очень редко	очень низкая	менее 5 %	1
крайне редко	низкая	5 – 20 %	2
редко	средняя	20 – 40 %	3
часто	высокая	40 – 60 %	4
очень часто	очень высокая	60 – 100 %	5

5. Сделайте расчет средних баллов встречаемости и покрытия для каждого типа лишайников: накипные (Н), листоватые (Л) и кустистые (К). Зная средние баллы встречаемости и покрытия для каждого типа лишайников, вычислите показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА) по формуле:

$$ОЧА = (H + 2Л + 3К) \div 30$$

Оцените полученные данные: чем выше ОЧА (ближе к 1), тем чище воздух.

6. Рассмотрите лишайники и определите жизненность для каждого типа: есть ли плодовые тела, каковы размеры розеток и состояние слоевища. Для оценки состояния слоевища используйте 4-балльную шкалу:

- 1 – повреждений нет;
- 2 – некоторые незначительные повреждения;
- 3 – сильное повреждение;
- 4 – слоевище полностью повреждено.

7. Укажите признаки повреждений:

- изменение окраски слоевища;
- появление на слоевище пятен различной окраски;
- уменьшение степени прикрепления лишайников к субстрату;
- появление трещин на слоевищах.

8. Заполните сводную таблицу:

типы лишайников	виды лишайников	встречаемость (%)	степень покрытия (%)	площадь покрытия стволов	балл оценки	жизнеспособность		
						наличие плодовых тел	размеры розеток	состояние слоевища
накипные	1.							
	...							
листоватые	1.							
	...							
кустистые	1.							
	...							
ОЧА								

Инструкционная карта № 5. Наличие насекомых-вредителей

1. Изучите виды повреждений древесных пород насекомыми-вредителями:

тип повреждений	характеристика
скелетирование	выгрызают мягкие ткани листьев, сеть жилок не тронута, бывает одно- или двустороннее (калиновый листоед, вишневый слизистый пилильщик и др.)
объедание	частичное – сохраняется конфигурация листьев или полное – остается срединная жилка или черешок (муховый листоед, калиновый листоед)
выгрызание	мелкие дырки в листьях (муховый листоед, калиновый листоед)
	крупные дырки в листьях (жуки тополевого большого усача)
вырезы	наносятся взрослыми насекомыми, с краю в форме «бухточек» (листовые долгоносики), овалов или окружностей (пчела-листорез)

минирование	выгрызают внутренности листовой пластинки (конфигурация различна – ленты, пятна, звезды): одностороннее с верхней стороны (тополевый слоник, блошка, дубовая моль)
	одностороннее с нижней стороны (тополевая моль пестрянки)
	двустороннее заметно с двух сторон – видны личинки и экскременты (березовый минирующий пилильщик, березовая волосатая моль, сиреневая моль)
свертывание листьев	закручивается лист или его часть, вырезанная определенным образом и склеенная в нескольких местах паутиной (листовертки, трубноверты)
	личинки оплетают паутиной листья, побеги, делая из них гнезда (горностаевая моль, боярышница)
изменение окраски листьев	побеление, пожелтение, покраснение в местах питания насекомых с колюще-сосущим ротовым аппаратом (тли, цикады, листоблошки)
засыхание концов побегов	в результате внедрения внутрь насекомых (дубовая побеговая моль, побеговые выюны на сосне)
патологические новообразования – галлы	(войлочные, яблоковидные, мешковидные, почковидные, лепешковидные) могут быть однокамерные – содержат одну личинку (яблоковидная орехотворка) и многокамерные – содержат более ста личинок (корневая орехотворка)

2. Пронаблюдайте за насекомыми-вредителями и оцените частоту их встречаемости в баллах:

- 1 – массово;
- 2 – средней степени;
- 3 – единично встречающиеся.

3. Определите наличие механических повреждений на деревьях: следы рубок или пожара, дупла и др.

4. Оцените степень повреждения деревьев: механические и насекомыми-вредителями в баллах:

- 1 – сильное повреждение;
- 2 – повреждение средней степени;
- 3 – слабое повреждение.

5. Заполните сводную таблицу:

порода	насекомые-вредители			механические повреждения	
	тип повреждения	степень повреждения	частота встречаемости	тип повреждения	степень повреждения

6. Определите наиболее устойчивые к воздействию вредителей породы деревьев.

Инструкционная карта № 6. Лесопатологическая оценка

1. Определите категорию состояния деревьев на ключевом участке по шкале визуальной оценки:

морфологическая характеристика	категория состояния
1 балл	<i>Здоровое дерево</i>
дерево без внешних признаков повреждений, соответствует норме для данного вида, возраста и условий произрастания	
2 балла	<i>Ослабленное дерево</i>
крона	ажурная с усыханием отдельных ветвей
листья, хвоя	листья и хвоя светло-зеленые, часто с желтым оттенком, повреждено до 1/3 общего количества, листва рано опадает
почки и побеги	мелкие, недоразвитые, часто до 25% почек прошлого года погибло, у хвойных пород верхушечные почки деформированы
прирост	укорочен или сильно увеличен при избытке в воздухе азота
ствол	небольшие местные отмирания коры, у хвойных пород – смолотечение и отмирание коры на отдельных участках
3 балла	<i>Сильно ослабленное дерево</i>
крона	ажурная, изреженная со значительным усыханием ветвей, суховершинность
листья, хвоя	листья мелкие светло-зеленые, хвоя матовая с бурым оттенком, повреждено до 2/3 общего количества
почки и побеги	почки прошлого года на 30-50% погибли, у хвойных до 50-70% почек, образующих мутовки и верхушечные почки деформированы
прирост	укорочен или отсутствует, побеги второго порядка не образуются
ствол	значительное отмирание коры, сильное смолотечение
4 балла	<i>Усыхающее дерево</i>
крона	ажурная, усыхание ветвей по всей кроне
листья, хвоя	листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком, ранний листопад; хвоя желтая или бурая, осыпающаяся, повреждено более 2/3 общего количества
почки и побеги	почек сохранилось лишь 10-15%
прирост	отсутствует
ствол	признаки заселения стволовыми вредителями
5 баллов	<i>Сухое дерево</i>
крона	крона сухая
листья, хвоя	листья неживые, хвоя желтая или бурая, осыпается или осыпалась
почки и побеги	почек нет, побеги сухие
прирост	отсутствует
ствол	кора частично или полностью опала, заселена или отработана стволовыми вредителями

2. Используя шкалу визуальной оценки, определите баллы состояния отдельных деревьев каждого вида – $V_1, V_2, V_3, \dots$

3. Вычислите средний балл состояния каждого вида деревьев по формуле:

$$K_n = \Sigma B_n \div R_n$$

K_n – коэффициент состояния n-го вида

B_n – баллы состояния отдельных деревьев

Σ – знак суммирования

R_n – общее число учтенных деревьев n-го вида

4. Вычислите коэффициент состояния лесного древостоя в целом (K) как среднее арифметическое средних баллов состояния различных видов деревьев на участке: $K = \Sigma K_n \div R$

K_n – коэффициент состояния n-го вида

R – число видов деревьев

5. Определите степень экологической угрозы, используя шкалу:

K	балл состояния	характеристика состояния	степень экологической угрозы
$K \leq 1,5$	1	здоровые	-
$K = 1,6-2,5$	2	ослабленные	2-2,5 – угрожающее состояние, восстановление при снижении атмосферного загрязнения
$K = 2,6-3,5$	3	сильные ослабленные	критическое состояние
$K = 3,6-4,5$	4	усыхающие	начало распада лесных насаждений
$K \geq 4,6$	5	сухие (погибший лес)	

6. Подсчитайте на участке количество деревьев, поврежденных хозяйственной деятельностью человека, спиленных (пеньки), населенных насекомыми-вредителями. Заполните сводную таблицу:

название вида	общее количество деревьев	здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	сухие	поврежденные человеком	спиленные	населены насекомыми-вредителями	
									тип повреждения	степень повреждения

7. Определите, какие факторы среды влияют на деревья: близость к автомагистрали, предприятию, заболоченность территории, наличие свалок бытового мусора, безответственное отношение детей и взрослых и др.

8. Определите особенности возобновления леса. Подсчитайте всходы древесных пород, измерьте высоту подроста, оцените его состояние и занесите данные в таблицу:

ви- ды	коли- чество на 100 м ²	коли- чество на 1м ²	количество особей различной высоты				количество особей разного возраста			состо- яние
			0,25-0,5 м	0,5-1 м	1-2 м	выше 2 м	1 год	2 года	3 года	

9. Сделайте вывод о возобновлении леса:

- преобладающие породы подроста;
- характер возобновления для разных пород (семенное, вегетативное);
- прогноз развития.

10. Произведите визуальную оценку дигрессии лесной экосистемы для установления вредного влияния антропогенных факторов и прогнозирования дальнейшего развития. Используйте данные таблицы:

класс диг- рессии	характеристика состояния	регулирование рекреации
1	• рост и развитие деревьев и кустарников в норме, механические повреждения отсутствуют • подрост и подлесок жизнеспособны • мох и травянистый покров характерны для данного типа леса • подстилка пружинистая, не нарушена	регулирование рекреации не требуется, экосистема функционирует
2	• незначительные изменения лесной среды, ухудшение роста и развития деревьев и кустарников, единичные механические повреждения • подрост и подлесок жизнеспособны, имеется до 20% поврежденных и усохших экземпляров • мох занимает до 20% площади, трава – до 50% • нарушения подстилки незначительны, почва и подстилка слегка уплотнены • отдельные корни деревьев обнажены • вытоптано до минерализованной части почвы не более 5% площади (S)	незначительное регулирование рекреации, природный комплекс может восстановиться за несколько лет
3	• значительные изменения лесной среды, рост и развитие деревьев ослаблены, до 10% стволов с механическими повреждениями • подрост одновозрастный, подлесок угнетен, средней густоты или редкий, от 21% до 50% поврежденных и усохших экземпляров • мхи у стволов деревьев, их проективное покрытие 5%-10% • травяной покров 70%-80%, появляются сорняки • подстилка и почва значительно уплотнены • много обнаженных корней деревьев • вытоптано до минерализованной части почвы от 6% до 40% S	значительное регулирование рекреации, природный комплекс может восстановиться за несколько десятков лет
4	• деревья значительно угнетены, 11%-20% стволов с механическими повреждениями • подрост и подлесок редки или отсутствуют • проективное покрытие травянистого покрова 40%-60% • очень много обнаженных корней деревьев • подстилка на открытых местах отсутствует	строгий режим рекреации, экосистема практически утратила природную способность к самовос-

	• вытоптано до минерализованной части почвы 40%-60% S	становлению
5	• лесная среда деградирует, древостой изрежен, деревья сильно ослаблены или усыхают, более 20% стволов с механическими повреждениями • подрост, подлесок, мхи, подстилка отсутствуют • корни большинства деревьев обнажены и повреждены • вытоптано до минерализованной части почвы более 60% S	рекреация не допускается

Инструкционная карта № 7. Биоиндикация по состоянию сосны

1. Выберите на ключевом участке 5-10 сосен 15-20 летнего возраста. С нескольких боковых побегов в средней части кроны деревьев отберите 200-300 пар хвоинок второго и третьего года жизни.

2. Разделите хвоинки на три части: неповрежденная, хвоя с пятнами, хвоя с признаками усыхания.

3. Подсчитайте в % соотношении долю каждой категории хвоинок по степени усыхания. Занесите данные в таблицу, сделайте выводы:

показатели	категории и номера участков	
	контрольный	опытный
общее число хвоинок		
количество хвоинок с пятнами		
% хвоинок с пятнами		
количество хвоинок с усыханием		
% хвоинок с усыханием		
дата отбора проб		

4. Определите продолжительность жизни сосновой хвои. Выберите на ключевом участке 20-30 сосен 10-15 лет (для достоверности результатов необходимо в общей сложности изучить 100-200 деревьев).

5. Подсчитайте количество деревьев с возрастом хвои от 1 года до 4 лет и старше. Заполните таблицу, сделайте выводы:

количество осмотренных деревьев	категории и номера участков	
	контрольный	опытный
возраст хвои 4 года и более (B_1)		
возраст хвои 3 года (B_2)		
возраст хвои 2 года (B_3)		
хвоя текущего года (B_4)		

6. Вычислите индекс продолжительности жизни хвои (Н) по формуле:

$$H = (3 \cdot B_1 + 2 \cdot B_2 + 1 \cdot B_3) \div (B_1 + B_2 + B_3)$$

Чем выше Н, тем больше продолжительность жизни хвои, а значит и чище воздух в лесу.

После проведенных исследований учащиеся заполняют в дневниках наблюдений сводную таблицу «Обобщенная характеристика лесного фитоценоза».

показатели	категории и номера участков	
	контрольный	опытный
<i>Общая характеристика участка:</i> • тип леса (первичный, вторичный, посадки) • рельеф местности • тип почвы • состав опада и его равномерность • общее количество видов • охраняемые виды • эндемики • реликты • растения-индикаторы • влияние человека и животных		
Тип растительного сообщества		
<i>Древостой:</i> • формула древостоя • доминирующие породы • высота деревьев • возраст деревьев • жизненность видов • прирост		
<i>Кустарниковый ярус:</i> • доминирующие породы • высота • жизненность видов		
Сомкнутость крон общая в %		
<i>Наличие лишайников</i> <i>Накипные:</i> • виды • встречаемость в % • степень покрытия в % • балл оценки • жизнеспособность <i>Листоватые:</i> • виды • встречаемость в % • степень покрытия в % • балл оценки • жизнеспособность <i>Кустистые:</i> • виды • встречаемость в % • степень покрытия в % • балл оценки • жизнеспособность		
Относительная чистота атмосферы (ОЧА)		

<i>Травяно-кустарничковый ярус:</i> • виды растений • обилие • жизненность видов		
<i>Мхи:</i> • виды • степень покрытия почвы • характер распределения		
<i>Напочвенные лишайники:</i> • виды • обилие		
<i>Наличие насекомых-вредителей:</i> • типы повреждений • степень повреждений • частота встречаемости		
<i>Лесопатологическая оценка:</i> • класс лесной дигрессии • степень экологической угрозы		
<i>Характер возобновления леса:</i> • семенное (породы) • вегетативное (породы) • количество всходов на 100 м² • количество всходов на 1 м²		
<i>Биоиндикация сосны:</i> • состояние хвои • продолжительность жизни хвои		
Перспективы сукцессии		
Предлагаемые мероприятия по сохранению		

Литература

1. Новолодская Е.Г. Эколого-валеологический мониторинг // Биология в школе. 2006. № 6. С. 60-69.
2. Новолодская, Е.Г. Исследовательский проект «Мое дерево»: школьный экологический мониторинг для 3-6 классов // Начальная школа плюс До и После. 2009. № 10. С. 50-56.
3. Федеральные государственные образовательные стандарты <https://fgos.ru/>
4. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. М., 2006.
5. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / авт.-сост. Т.Я. Ашихмина. Киров, 2012.